

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 76 03308

(54) Four pour très hautes températures.

(51) Classification internationale (Int. Cl.²).

F 27 D 7/06; C 03 B 37/02; F 27 D 11/00;
H 05 B 3/02.

(22) Date de dépôt

6 février 1976, à 15 h.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande

B.O.P.I. — «Listes» n. 35 du 2-9-1977.

(71) Déposant : GOURONNEC Alain et HAUSSONNE François, résidant en France.

(72) Invention de : Alain Gouronnec et François Haussonne.

(73) Titulaire : ETAT FRANÇAIS, représenté par le Secrétaire d'Etat aux Postes et Télécommu-
nications (Centre National d'Etudes des Télécommunications), résidant en France.

(74) Mandataire : Cabinet René Martinet.

La présente invention a pour objet un four électrique capable d'atteindre de très hautes températures de travail, supérieures à 2300°C, l'élément chauffant étant à beaucoup plus haute température et comportant un laboratoire ouvert vis-à-vis de l'atmosphère extérieure.

De nombreux types de fours susceptibles d'atteindre ces températures sont connus. L'élément chauffant, en graphite, est disposé avec le laboratoire du four, soit dans une enceinte hermétiquement fermée et alimentée en gaz neutre de façon à éviter tout apport d'oxygène de l'air ambiant, soit dans une enceinte hermétiquement fermée dans laquelle on a fait le vide.

Dans de tels fours, il est impossible d'accéder au laboratoire en cours de fonctionnement.

De petits fours sont connus qui permettent d'atteindre de très hautes températures, l'élément chauffant de graphite étant protégé par une circulation permanente de gaz inerte. Mais les dimensions de la zone chaude sont très faibles, la dimension des amenées de courant est importante si l'on considère la puissance disponible, et le but de ces fours est de porter un matériau à très haute température pendant un laps de temps très court.

La présente invention a pour objet un four du type indiqué ci-dessus dans lequel le laboratoire est en communication avec l'atmosphère extérieure, et qui puisse fonctionner d'une manière continue à une température supérieure à 2300°C.

Un tel four doit pouvoir servir notamment à l'étirage de fibres optiques avec comme avantages le fait que l'on peut travailler à très haute température avec un gradient thermique très raide, que l'accessibilité à l'intérieur du four pendant son fonctionnement est très bonne, que la mise en chauffe est très rapide, moins de cinq minutes.

Dans le four de l'invention, il est prévu d'isoler, au point de vue atmosphère, mais non au point de vue rayonnement, l'élément chauffant en graphite de l'air, cet élément en graphite étant entouré d'une nappe de gaz inerte agencée de telle sorte que l'oxygène de l'air ne puisse l'atteindre.

A l'extérieur de l'élément chauffant, une protection supplémentaire peut être fournie par un manchon de silice placé au contact du graphite. A haute température, il se forme entre la silice et le graphite du carbure de silicium, qui n'est pas sensible à l'oxydation. Etant donné les températures atteintes et les

contraintes de dilatation dues au gradient thermique, cette couche protectrice ne pourrait se maintenir en place si elle n'était pas constamment maintenue et au besoin renouvelée par la silice toujours présente. Cet artifice permet de ne pas se soucier exagérément de la protection vis-à-vis de l'oxydation de l'extérieur de l'élément chauffant.

A l'intérieur du laboratoire, un tampon de gaz inerte est maintenu qui empêche l'oxygène de l'air extérieur de venir au contact du graphite.

La construction de ce four permet d'éviter la pollution par le graphite à l'intérieur du laboratoire. Aux températures atteintes, il y a sublimation du graphite, qui peut venir polluer le matériau chauffé. Le seul moyen d'éviter cette sublimation est de travailler à haute pression, ce qui est incompatible avec le fait d'obtenir un laboratoire accessible de l'extérieur. Il faut donc empêcher les produits de sublimation de venir à l'intérieur du laboratoire. On y parvient selon l'invention en pompant d'une manière continue les gaz qui sont à l'intérieur de l'enceinte dans laquelle est placé l'élément en graphite chauffé par induction, des ouvertures existant entre le laboratoire et cette enceinte.

L'invention sera mieux comprise en se référant à la description qui va suivre et au dessin annexé sur lequel la figure unique représente une vue en coupe axiale du four selon l'invention.

Ce four est par exemple un four à induction à moyenne fréquence de l'ordre de 50 kHz, mais il pourrait aussi être un four à effet joule.

Sur la figure, le four selon l'invention est constitué d'une enceinte 1 en alliage léger tubulaire, fermé à chacune de ses extrémités par une plaque 2 de ciment à base d'amiante. Le ciment à base d'amiante peut être par exemple celui vendu sous le nom commercial de "MARINITE" par la Société Serritite de 60470 Villers Saint Paul. La tubulure 3 sert au passage des amenées de courant et à la préhension de l'ensemble. L'enceinte 1 est refroidie extérieurement par une circulation d'eau dans un serpentin 4.

L'élément chauffant en graphite, chauffé par induction 5 est supporté et aligné par des pièces de silice 6, et entouré par un tube de silice 7, lui-même en contact avec les spires d'induction 8. Le rôle de ce tube de silice est double : d'une part, protection du graphite ainsi qu'il a déjà été dit, et isolation électrique de celui-ci par rapport aux spires d'induction, ce qui permet un très bon couplage, la distance entre les spires et le graphite

étant alors très faible, par exemple de l'ordre de 2 mm.

La longueur de la zone chaude est choisie en fonction de l'utilisation du four et déterminée par la profondeur de fentes 9 creusées dans le graphite. Ces fentes empêchent d'une part les courants de Foucault de circuler dans les extrémités du suscepteur, et donc de les chauffer, et d'autre part permettent la circulation des gaz de protection du graphite de part et d'autre de celui-ci. L'alimentation haute fréquence est reliée aux conducteurs 13 et 14.

Le gaz protecteur utilisé dans ce four est l'argon. Une arrivée d'argon 11 permet de remplir la totalité de l'enceinte. Deux autres arrivées d'argon 10 placées respectivement à l'intérieur de l'élément chauffant 5 aux deux extrémités du four créent de chaque côté et à l'intérieur du laboratoire un tampon d'argon, et freinent d'une manière efficace l'oxydation du graphite. Le réglage relatif des divers débits des arrivées 10 et 11 permet de confiner les gaz. Ce réglage est fait en observant la flamme présente au-dessus ou en-dessous du four, flamme qui disparaît lorsque le réglage est correct.

Un orifice 12 sert à pomper les gaz hors de l'enceinte, ce qui empêche le graphite sublimé d'atteindre et donc de polluer le matériau chauffé dans le four. Le débit d'évacuation des gaz est optimisé de manière à ce que les tampons d'argon formés par les arrivées 10 ne soient pas perturbés.

La qualité du graphite utilisé a une grosse importance. Comme la protection contre l'oxygène de l'air n'est pas parfaite, il faut choisir une variété de graphite résistant à l'oxydation et ayant une porosité très faible.

Bien que les résultats obtenus avec le graphite seul soient bons, une longévité plus grande est obtenue en plaçant à l'intérieur du tube de graphite un tube de carbone vitreux.

Un tel four présente de nombreux avantages. Les quatre principaux sont la faculté d'être mis en chauffe très rapidement à partir de la température ambiante, cinq minutes suffisant pour atteindre une température supérieure à 2000°C (Inversement, il est possible de ramener le four à la température ambiante en moins de dix minutes); l'accessibilité au laboratoire pendant le fonctionnement; la possibilité d'avoir un gradient thermique dont le profil est choisi à l'avance, en particulier la possibilité d'obtenir un gradient thermique très fort; le remplacement des éléments chauffants rendu très facile et pouvant être effectué

rapidement, en moins de dix minutes lorsque le four est froid.
En outre, le coût de ces éléments chauffants est très faible.

A titre d'exemple, les dimensions des divers éléments énumérés ci-dessus peuvent être les suivantes :

5	- Diamètre de l'enceinte		: 100 mm
	- Hauteur de l'enceinte		: 110 mm
	- Tube de graphite	{ Hauteur	: 60 mm
		{ Diamètre extérieur	: 39 mm
		{ Diamètre intérieur	: 20 mm
10	- Longueur de la zone chaude		: 30 à 40 mm
	- Tube de carbone vitreux	{ Diamètre extérieur	: 20 mm
		{ Epaisseur	: 2 mm

RE V E N D I C A T I O N S

1. - Four capable d'atteindre de hautes températures, notamment supérieures à 2300°C, dans lequel le laboratoire est en communication avec l'atmosphère extérieure, comportant un élément chauffant tubulaire placé dans une enceinte remplie d'un gaz neutre, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des arrivées de gaz neutre placées aux extrémités de l'élément chauffant, à son intérieur et près de ses parois de façon à créer un courant latéral de gaz neutre qui protège ledit élément chauffant de l'oxydation, en permettant l'accès au laboratoire du four pendant son fonctionnement.
2. - Four selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'élément chauffant comporte un revêtement intérieur en carbone vitreux.
3. - Four selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'élément chauffant comporte un revêtement extérieur tubulaire en silice.
4. - Four selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comporte une tubulure reliée à une pompe permettant d'extraire de façon continue les gaz qui se trouvent à l'intérieur de l'enceinte dans laquelle est placé l'élément chauffant, en sorte que les produits de sublimation de l'élément chauffant ne peuvent venir en contact du matériau chauffé.
5. - Four selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'élément chauffant est en graphite.
6. - Four selon la revendication 1 caractérisé en ce que le gaz neutre appartient au groupe comprenant l'argon, l'azote, l'hélium ou bien est un mélange de ces gaz.
- 7.- Four selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 caractérisé en ce que le chauffage s'effectue par induction haute fréquence.
8. - Four selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'élément chauffant comporte des fentes longitudinales supérieures et inférieures traversant ledit élément qui empêchent la circulation des courants de Foucault aux extrémités dudit élément, en sorte que ces extrémités ne sont pas chauffées.
9. - Four selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 caractérisé en ce que le chauffage s'effectue par effet Joule.

FIG.1

